



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 13 607 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 F 1/153**  
H 01 Q 7/06  
H 01 F 3/08  
G 06 K 19/067

②1 Aktenzeichen: 195 13 607.1  
②2 Anmeldetag: 10. 4. 95  
④3 Offenlegungstag: 12. 10. 95

DE 195 13 607 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
11.04.94 JP 6-72229

⑦1 Anmelder:  
Hitachi Metals, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:  
Strehl, Schübel-Hopf, Groening & Partner, 80538  
München

⑦2 Erfinder:  
Yoshizawa, Yoshihito, Fukaya, Saitama, JP;  
Arakawa, Shunsuke, Kumagaya, Saitama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Magnetkernelement für eine Antenne, Dünnsfilmanntenne mit einem solchen Element und mit einer solchen Dünnsfilmanntenne ausgerüstete PC-Karte

⑤7 Ein Magnetkernelement zur Verwendung in einer Dünnsfilmanntenne hat eine Dicke von 25 µm oder weniger und besteht aus einem Band aus einer speziellen amorphen oder nanokristallinen Legierung. Dadurch ist eine Dünnsfilmanntenne, die einen laminierten Magnetkern aus derartigen Magnetkernelementen enthält, hoch verformungsbeständig und sie verfügt über hohen Q-Wert.

DE 195 13 607 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 041/480

16/33

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Magnetkernelement, das zur Verwendung in einer Dünnschichtantenne geeignet ist, und sie betrifft eine Dünnschichtantenne mit einem solchen Magnetkernelement. Ferner betrifft die Erfindung eine mit einer solchen Dünnschichtantenne ausgerüstete Karte wie eine IC-Karte zum Senden von Signalen an einen oder zum Empfangen von Signalen von einem Computer, einen Saison-Fahrschein, wie bei einem automatischen Fahrschein-Prüfsystem verwendet usw.

In jüngerer Zeit kamen PC-Karten in Gebrauch, die über Funktionen von PC-Peripherievorrichtungen verfügen, wie die Funktionen externer Speichervorrichtungen, Modems usw. Z.B. wurden PC-Karten mit einer Schnittstelle vom Typ einer IC-Karte, die den Standards von PCMCIA (Personal Computer Memory Card International) und JEIDA (Japan Electronic Industry Development Association) genügt, bei kleinen Endstellen-vorrichtungen verwendet, wozu Notebookcomputer gehören. PC-Karten sind abhängig von ihrer Größe in drei Typen unterteilt, nämlich den Typ 1, den Typ 2 und den Typ 3. Der Typ 1 ist der dünnste. Daher waren dünnere Elemente erforderlich, um derartige dünne PC-Karten herzustellen.

PC-Karten werden mit PCs usw. hauptsächlich über einen Sockel mit elektrisch leitenden Anschlüssen verbunden. Jedoch bestehen bei dieser Verbindungsweise verschiedene Nachteile wie unzureichender Kontakt zwischen Anschlüssen und unzureichender Kopierschutz hinsichtlich in den Karten abgespeicherter Information.

Andererseits besteht dann, wenn eine IC-Kartenschnittstelle und ein Computer über elektromagnetische Wellen verbunden werden, keine Gefahr unzureichenden Kontakts, und es besteht der Vorteil, daß das Senden und/oder Empfangen von Signalen aus der Ferne möglich ist.

IC-Karten, die beim Senden und/oder Empfangen von Signalen elektromagnetische Wellen benutzen, können bei saisonabhängigen Bus- oder Eisenbahn-Fahrschein, Skilift-Fahrschein, Mitgliedskarten, Kennkarten usw. verwendet werden. Wenn derartige IC-Karten verwendet werden, können Überprüfungen einer Person automatisch ausgeführt werden. Z.B. kann eine IC-Karte in einem automatischen Fahrschein-Prüfsystem verwendet werden, bei dem eine automatische Fahrschein-Prüfvorrichtung an einem Durchlaß oder Einlaß elektromagnetische Wellen von einer IC-Karte empfängt, die der in der Karte aufgezeichneten Information entsprechen, sie die Information überprüft und dann ein Tor öffnet, wenn keine Schwierigkeiten festgestellt werden, oder sie ein Tor schließt oder einen Alarm ausgibt, wenn Schwierigkeiten erkannt werden. Derartige IC-Karten müssen, wie PC-Karten z. B. in eine Tasche oder eine Brieftasche gesteckt werden können, weswegen sie so dünn wie Kreditkarten sein müssen. Außerdem können IC-Karten ferner mit Mitteilungsanzeigefunktion versehen sein, wie derjenigen bei einem Funkrufempfänger. In diesem Fall kann die IC-Karte von einem Typ sein, der nur Information empfangen kann.

Derartige dünne IC-Karten, die Signale über elektromagnetische Wellen senden und empfangen, sollten mit einer Antenne versehen sein, die dünn ist und hohes Funktionsvermögen aufweist. Der Frequenzbereich elektromagnetischer Wellen für IC-Karten ist durch Verwaltungsbestimmungen auf den Bereich um 134 kHz beschränkt.

Herkömmlicherweise werden als Antennen zur Verwendung in einer Karte solche mit Ferritkern genutzt. Da jedoch Ferritkerne sehr brüchig sind und schon bei kleinen Verformungen einer Karte zerbrechen, sind Karten mit einer Ferritkernantenne nicht zum Transport in einer Hosentasche usw. geeignet. Um diese Schwierigkeit zu überwinden, kann eine Karte verformungsfest ausgebildet werden. Jedoch führt die Herstellung einer stabilen oder steifen Karte zu erhöhten Herstellungskosten und großen Abmessungen wie auch zu einem unangenehmen Gefühl beim Transport in einer Hosentasche usw., da die Karte bei Bewegungen nicht nachgibt.

Die Schrift JP-A-5-267 922 offenbart eine Kraftfahrzeugantenne als Beispiel von Antennen mit einem Kern aus einem Laminat amorpher, dünner Legierungsbänder. Eine Antenne aus einem amorphen Legierungskern erzielt wegen der hohen magnetischen Permeabilität der amorphen Legierung hohe Induktivität und ist einer Ferritkernantenne überlegen, da amorphe Legierungen im Frequenzbereich von 10–20 kHz einen Q-Wert (Gütefaktor) aufweisen, der höher als der von Ferriten ist. Der hier verwendete Q-Wert ist durch  $Q = \omega L/R$  repräsentiert, wobei  $\omega = 2\pi f$  gilt, L die Induktivität ist und R der Widerstand einschließlich des Spulenverlusts ist.

Die oben genannte Schrift lehrt, daß die Antenne mit amorphem Kern durch eine Wärmebehandlung bei 390–420°C für 0,5–2 Stunden hergestellt wird und daß die Dicke der Antenne vorzugsweise ungefähr 15–35 µm beträgt. Jedoch erreicht eine Antenne mit amorphem Kern, der einer derartigen Wärmebehandlung wie oben angegeben unterzogen wurde, im Bereich höherer Frequenzen, d. h. im Bereich um 134 kHz, in dem IC-Karten verwendet werden, keinen ausreichend hohen Q-Wert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Magnetkernelement zu schaffen, durch das eine dünne, verformungsbeständige Antenne in einem Bereich höherer Frequenzen, insbesondere bei 100 kHz und höher, ausreichende Antennenleistung erbringt.

Eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Antenne mit hohem Q-Wert unter Verwendung eines solchen Magnetkernelements zu schaffen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine dünne IC-Karte zu schaffen, die die vorstehend genannte Dünnschichtantenne enthält.

Als Ergebnis intensiver Untersuchungen haben die Erfinder herausgefunden, daß Magnetkernelemente aus speziellen amorphen Legierungen oder speziellen nanokristallinen Legierungen hervorragende Eigenschaften zeigen, wie sie für Dünnschichtantennen erforderlich sind. Die Erfindung wurde auf Grundlage dieser Erkenntnis erzielt.

Diese Aufgaben sind hinsichtlich des Magnetkernelements durch die Lehren der nebengeordneten Ansprüche 1 und 2, hinsichtlich der Dünnschichtantenne durch die Lehre von Anspruch 5 sowie hinsichtlich der Karte durch die

Lehre von Anspruch 9 gelöst.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von durch Figuren veranschaulichten Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Fig. 1 ist eine schematische Veranschaulichung des Aufbaus einer erfindungsgemäßen Antenne;

Fig. 2 ist ein Querschnitt durch den Magnetkern der in Fig. 1 dargestellten Antenne;

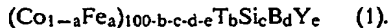
Fig. 3 ist ein Kurvendiagramm, das die Frequenzabhängigkeit des Q-Werts zeigt; und

Fig. 4 ist eine schematische Veranschaulichung einer erfindungsgemäßen IC-Karte.

#### [A] Magnetkernelement

Ein erfindungsgemäßes Magnetkernelement besteht aus einem Band einer amorphen Legierung oder einer nanokristallinen Legierung.

Die amorphe Legierung weist eine chemische Zusammensetzung auf, die durch die folgende Formel repräsentiert ist:



In der Formel (1) ist T mindestens ein Element, das aus der aus Mn, Ni, Ti, Zr, Hf, Cr, Mo, Nb, W, Ta, Cu, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Re und Sn bestehenden Gruppe ausgewählt ist. Diese Elemente erhöhen den Q-Wert und verbessern die Korrosionsbeständigkeit der Legierung. Da der Q-Wert anfängt abzunehmen, wenn der Gehalt von T (b) 15 Atom-% überschreitet, soll b bevorzugt der Bedingung  $0 \leq b \leq 15$ , bevorzugter der Bedingung  $0,5 \leq b \leq 10$  ausgedrückt in Atom-%, genügen.

Y ist mindestens ein aus der aus C, Ge, Ga, P und Al bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Vorzugsweise ist Y mindestens ein aus der aus Ge, Ga und P bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Diese Elemente unterstützen die Ausbildung des amorphen Zustands. Ein Gehalt an Y (e), der 20 Atom-% übersteigt, führt zu einer deutlichen Verringerung der Magnetflußdichte. Daher gilt für den Gehalt (e) vorzugsweise  $0 \leq e \leq 20$ , bevorzugter  $0 \leq e \leq 10$ , ausgedrückt in Atom-%.

Der Zahlenwert a, der den Verbindungsanteil von Fe repräsentiert, ist vorzugsweise  $0 \leq a \leq 0,1$ , bevorzugter  $0,01 \leq a \leq 0,07$ . Wenn der Wert von a 0,1 übersteigt, steigt die Magnetostriktion an, was den Q-Wert wegen einer Verformung des Legierungsbandes erniedrigt, die Anhaftung der Legierungsblätter an einem Kunststoff verschlechtert, usw.

Der Gehalt (c) an Si (Silicium), der Gehalt (d) an B (Bor) und die Summe dieser Gehalte (c+d) sind  $0 \leq c \leq 20$ , bevorzugt  $10 \leq c \leq 20$ ,  $5 \leq d \leq 25$ , bevorzugt  $5 \leq d \leq 10$  bzw.  $15 \leq c+d \leq 30$ , jeweils ausgedrückt in Atom-%. Wenn der Si-Gehalt, der B-Gehalt und die Summe dieser Gehalte jeweils innerhalb der vorstehend genannten Bereiche liegen, besteht die Wahrscheinlichkeit, daß sich eine ausreichend dicke Oxidschicht ( $\text{SiO}_2$ -Schicht) mit hohem elektrischen Widerstand an der Legierungsoberfläche ausbildet, damit ein Band aus der amorphen Legierung gut isoliert ist. Durch die Ausbildung einer solchen Oxidschicht kann ein relativ hoher Q-Wert beibehalten werden, ohne daß irgendeine zusätzliche Isolierbehandlung ausgeführt wird. Wenn dagegen vom Si-Gehalt, B-Gehalt und der Summe dieser Gehalte ein Wert außerhalb der oben genannten Bereiche liegt, ist der Q-Wert um 134 kHz herum deutlich verringert.

Ein anderes Material für das Magnetkernelement ist eine nanokristalline Legierung mit einer chemischen Zusammensetzung, die durch die folgende Formel repräsentiert ist:



In der Formel (2) ist M CO, Ni oder eine Kombination hieraus. Der Zusammensetzungsanteil (v) von M ist  $0 \leq v \leq 0,5$ , bevorzugt  $0 \leq v \leq 0,1$ , ausgedrückt in Atom-%.

A ist Cu, Au oder eine Kombination hieraus. Diese Elemente haben die Funktion, die Kornstruktur gleichmäßiger und feiner zu machen. Der Gehalt (x) von A ist  $0 \leq x \leq 10$ , bevorzugter  $0,1 \leq x \leq 3$ , ausgedrückt in Atom-%.

M' ist mindestens ein aus der aus Ti, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta und W bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Bevorzugt ist M' mindestens ein aus der aus Zr, Nb, Mo, Hf, Ta und W bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Diese Elemente machen die Kornstruktur feiner. Der Gehalt (y) an M' beträgt  $0,1 \leq y \leq 20$ , bevorzugter  $1 \leq y \leq 10$ , ausgedrückt in Atom-%.

M'' ist mindestens ein aus der aus Cr, Mn, Al, Sn, Zn, Ag, In, Platingruppenelementen, Mg, Ca, Sr, Y, Seltenerdelementen, N, O und S bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Vorzugsweise ist M'' mindestens ein aus der aus Cr, Mn, Al und Sn bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Diese Elemente verbessern die Korrosionsbeständigkeit und erhöhen den Q-Wert der sich ergebenden Legierung. Der Gehalt (z) an M'' beträgt  $0 \leq z \leq 20$ , vorzugsweise  $0 \leq z \leq 10$ , ausgedrückt in Atom-%.

X ist mindestens ein aus der aus B, Si, C, Ge, Ga und P bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Vorzugsweise ist X mindestens ein aus der aus B, Si, Ge, Ga und P bestehenden Gruppe ausgewähltes Element. Diese Elemente haben die Funktion, die Ausbildung des amorphen Zustands zu erleichtern, die Kornstruktur gleichmäßiger und feiner zu machen und den spezifischen Widerstand zu erhöhen, um den Q-Wert zu verbessern. Der Gehalt (w) an X beträgt  $2 \leq w \leq 30$ , bevorzugt  $10 \leq w \leq 25$ , ausgedrückt in Atom-%.

Die mittlere Korngröße der nanokristallinen Legierung beträgt 100 nm oder weniger, und angesichts der beabsichtigten Verwendung der Erfindung ist besonders eine mittlere Korngröße von 2–30 nm bevorzugt. Mindestens 50% des Anteils der Legierungsstruktur der nanokristallinen Legierung sollen von derartigen Körnern eingenommen werden.

Die Curietemperatur der nanokristallinen Legierung beträgt vorzugsweise 500°C oder mehr, was viel höher als die Curietemperatur von Ferrit (ungefähr 200°C) und repräsentativer Legierungen auf Co-Basis (400°C oder weniger) ist. Ferner hat die nanokristalline Legierung gemäß der Erfindung im Vergleich mit bekannten kristallinen Legierungen wegen ihrer geringen Temperaturabhängigkeit der magnetischen Permeabilität höhere Wärmestabilität. Speziell gilt, daß bei einer nanokristallinen Legierung gemäß der Erfindung die Änderungsrate der magnetischen Permeabilität ( $\Delta\mu$ ), die durch die Gleichung

$$\Delta\mu = (\mu_T - \mu_{20^\circ\text{C}}) / \mu_{20^\circ\text{C}} \times 100$$

repräsentiert ist, wobei  $\mu_T$  und  $\mu_{20^\circ\text{C}}$  die magnetische Permeabilität bei T°C bzw. 20°C sind, im Bereich von -50 bis 150°C 20% oder weniger beträgt.

Die Dicke des Magnetkernelements beträgt 25 µm oder weniger. Ein Magnetkernelement mit einer Dicke über 25 µm ist für den praktischen Gebrauch nicht geeignet, da der dann deutlich verringerte Q-Wert die Empfindlichkeit der Antenne verschlechtert und verhindert, daß diese zu Schwingungen angeregt wird. Ein Magnetkernelement mit einer Dicke unter 15 µm ist besonders bevorzugt, da dann ein noch höherer Q-Wert und verbesserte Frequenzeigenschaften erzielt werden können.

Ein Magnetkernelement aus einem Band einer amorphen Legierung wird z. B. gemäß dem folgenden Verfahren hergestellt.

Eine Schmelze der oben genannten Zusammensetzung wird durch bekannte Flüssigkeits-Abschreckverfahren wie ein Einzelwalzeverfahren, ein Doppelwalzeverfahren usw. schnell abgeschreckt, um Bänder aus einer amorphen Legierung herzustellen. Das Abschreckverfahren wird im Vakuum, an Luft oder in einem Inertgas wie Wasserstoff, Stickstoff, Argon usw. ausgeführt.

Das Magnetkernelement mit einem Band aus einer nanokristallinen Legierung wird z. B. gemäß dem folgenden Verfahren hergestellt.

Ein durch das obige Verfahren hergestelltes amorphes Band wird durch Aufheizen des Bands, das zu einer gewünschten Form bearbeitet wurde, im Vakuum oder in einer Inertgasatmosphäre wie einer solchen aus Wasserstoff, Stickstoff, Argon usw. einer Wärmebehandlung unterzogen. Die Temperatur und die Zeit bei der Wärmebehandlung hängen von der Zusammensetzung des Bands aus der amorphen Legierung sowie der Form und der Größe eines aus diesem Band hergestellten Magnetkerns usw. ab. Jedoch erfolgt im allgemeinen eine Erhitzung auf eine Temperatur über der Kristallisationstemperatur.

Das Magnetkernelement aus dem Band aus der amorphen oder der nanokristallinen Legierung kann in Breitenrichtung oder Dickenrichtung mit einer erzeugten magnetischen Anisotropie versehen sein, um den Qu-Wert im Frequenzbereich um 134 kHz weiter zu verbessern. Die erzeugte magnetische Anisotropie kann dadurch geschaffen werden, daß eines der folgenden Verfahren ausgeführt wird: Wärmebehandlung eines Legierungsbandes bei einer Temperatur unter der Curietemperatur, z. B. für 5 Minuten bis 48 Stunden bei 80 bis 600°C (80 bis 450°C für Streifen aus der amorphen Legierung und 300 bis 600°C für Streifen aus der nanokristallinen Legierung), Wärmebehandlung eines Legierungsbandes unter Belastung (für 5 Minuten bis 48 Stunden bei 80 bis 600°C) sowie teilweise Kristallisierung der Legierungsoberfläche (für 5 Minuten bis 48 Stunden bei 400 bis 550°C). Die vorstehend genannten Behandlungen werden ausgeführt, während ein Magnetfeld von 80 A·m<sup>-1</sup> bis 2000 kA·m<sup>-1</sup> in Breiten- oder Dickenrichtung angelegt wird. Eine Wärmebehandlung in einem Magnetfeld bei einer relativ niedrigen Temperatur unter entweder 300°C oder der Curietemperatur ist bevorzugt, da die so wärmebehandelte Legierung weniger brüchig ist und andere Eigenschaften verbessert sein können.

#### [B] Antenne

Die erfindungsgemäße Dünnschichtantenne umfaßt einen laminierten Magnetkern aus Bändern einer amorphen Legierung sowie mindestens eine um den laminierten Magnetkern gewickelte Spule. Die Bänder aus der amorphen Legierung haben eine chemische Zusammensetzung, wie sie durch die Formel (1) repräsentiert ist, bei einer Dicke von 25 µm oder weniger. Die Dicke des laminierten Magnetkerns beträgt 3 mm oder weniger, vorzugsweise 1 mm oder weniger. Bei 134 kHz beträgt der Q-Wert der Antenne 25 oder mehr, bevorzugt 35 oder mehr, und am bevorzugtesten 40 oder mehr.

Der andere Typ einer erfindungsgemäßen Dünnschichtantenne weist einen laminierten Magnetkern aus den Bändern der nanokristallinen Legierung und mindestens eine um den laminierten Magnetkern gewickelte Spule auf. Die Bänder aus der nanokristallinen Legierung weisen eine chemische Zusammensetzung auf, wie sie durch die Formel (2) repräsentiert ist, bei einer Dicke von 25 µm oder weniger. Die Dicke des laminierten Magnetkerns beträgt 3 mm oder weniger, vorzugsweise 1 mm oder weniger. Bei 134 kHz beträgt der Q-Wert der Antenne 25 oder mehr, vorzugsweise 35 oder mehr, am bevorzugtesten 40 oder mehr.

Bei beiden Antennentypen besteht der Magnetkern aus einem Laminat mehrerer Schichten der Bänder aus der amorphen oder der nanokristallinen Legierung. Jedes der Legierungsbander im Laminat kann durch ein Harz fixiert werden, wozu organische Harze wie Epoxidharze, Siliconharze, aber auch anorganische Glasuren usw. gehören. Die Dicke der Kleberschicht und die Anzahl der aufeinander zu laminierenden Legierungsbander kann so ausgewählt werden, daß die Dicke des sich ergebenden laminierten Magnetkerns 3 mm oder weniger beträgt. Obwohl das Harz als elektrischer Isolator zwischen den Legierungsbandern dienen kann, können die Legierungsbander durch ein Pulver oder einen Film aus SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> usw. oder ein Isolierband elektrisch voneinander isoliert sein. Ferner kann die Oberfläche des laminierten Magnetkerns durch das Harz isoliert sein.

Wenn jedes Legierungsband elektrisch isoliert ist, kann ein laminiertes Magnetkern dadurch hergestellt werden, daß ein Harz oder ein Klebeband auf die Seitenfläche des Laminats auf den Legierungsbandern aufgebracht wird. Außerdem kann ein laminiertes Magnetkern dadurch hergestellt werden, daß lediglich eine

Spule um die aufeinanderlamierten Legierungsbänder gewickelt wird, ohne daß irgendein Kleber oder ein Klebeband verwendet wird, nachdem die Spule und die lamierten Legierungsbänder durch eine Harzschicht, Isolierpapier oder Isolierband elektrisch voneinander isoliert wurden.

Abhängig vom Laminierverfahren kann eine Wärmebehandlung vor und/oder nach dem Zusammenkleben der Legierungsbänder erfolgen, wobei vorzugsweise ein Magnetfeld in der Breiten- oder Dickenrichtung der Legierungsbänder angelegt wird, da dann, wie oben beschrieben, ein höherer Q-Wert erzielt werden kann. Eine Wärmebehandlung vor dem Zusammenkleben der Legierungsbänder kann vorzugsweise bei 80 bis 600°C für 5 Minuten bis 48 Stunden in einem Magnetfeld von  $80 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$  bis  $2000 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  ausgeführt werden. Eine Wärmebehandlung nach dem Zusammenkleben der Legierungsbänder kann vorzugsweise bei 80 bis 200°C für 5 Minuten bis 48 Stunden in einem Magnetfeld von  $80 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$  bis  $2000 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  ausgeführt werden. Wenn als Kleber ein wärmehärtbares Harz verwendet wird, wird die Wärmeaushärtbehandlung vorzugsweise bei 80 bis 200°C für 5 Minuten bis 48 Stunden unter Anlegen eines Magnetfelds von  $80 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$  bis  $2000 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  ausgeführt, um einen hohen Q-Wert zu erhalten. Wenn die Wärmeaushärtungsbehandlung ohne Anlegen eines Magnetfelds ausgeführt wird, ist es bevorzugt, eine Wärmebehandlung unter Anlegung eines Magnetfelds nach der Wärmeaushärtungsbehandlung auszuführen, und zwar aus den oben genannten Gründen.

Die Induktivität der Antenne beträgt bei 134 kHz vorzugsweise 1 mH oder mehr, und zwar wegen der Schwingungsfrequenz.

Eine erfindungsgemäße Dünnschichtantenne erleidet auch dann, wenn sie einer Verformung von 5 mm in ihrer Dickenrichtung unterzogen wird, keine Beschädigung. Eine Verformung um 5 mm bedeutet, daß nach der Verformung der Abstand zwischen der Mitte der Magnetkernfläche und einer Linie, die die beiden hochgebogenen Seiten der Magnetkernfläche verbindet, 5 mm beträgt.

Eine erfindungsgemäße Dünnschichtantenne wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Fig. 1 ist eine schematische Veranschaulichung des Aufbaus einer erfindungsgemäßen Dünnschichtantenne. Die Bezugszahl 1 bezeichnet einen lamierten Magnetkern, der hauptsächlich aus einem Laminat aus mehreren Bändern eines magnetischen Materials mit hoher magnetischer Permeabilität besteht, d. h. aus der durch die Formel (1) repräsentierten amorphen Legierung oder der durch die Formel (2) repräsentierten nanokristallinen Legierung.

Der Magnetkern 1 wird dadurch hergestellt, daß mehrere Bänder aus der amorphen und/oder nanokristallinen Legierung aufeinanderlamiert werden. Diese Legierungsbänder werden durch ein Imprägnierverfahren miteinander verbunden, wie es durch Fig. 2 veranschaulicht ist, wobei ein Harz 4 wie ein Epoxidharz zwischen die Legierungsbänder 5 eingeführt wird und das Imprägnierungsharz anschließend wärmegehärtet wird. Durch dieses Verfahren werden die Stabilität des sich ergebenden Laminats und die Funktionsfähigkeit der Antenne gleichzeitig verbessert, da das Fixieren der Legierungsbänder und die Schichtisolierung gleichzeitig erfolgen.

Z.B. kann die Herstellung eines lamierten Magnetkerns durch ein Imprägnierverfahren wie folgt ausgeführt werden. Eine geschmolzene Legierung mit einer chemischen Zusammensetzung, wie sie durch eine der Formeln (1) oder (2) repräsentiert ist, wird schnell abgeschreckt, um Bänder aus einer amorphen Legierung herzustellen. Diese Bänder aus einer amorphen Legierung werden auf vorgegebene Form und Größe geschnitten und dann einer Wärmebehandlung unterzogen. Zwischen die Schichten der aufeinanderlamierten Legierungsbänder wird ein Harz eingegeben und dieses wird wärmegehärtet, um ein Laminat aus fixierten Legierungsbändern zu erhalten. Da so erhaltene Laminat kann weiter einer Wärmebehandlung unterworfen werden.

Auf den sich ergebenden lamierten Magnetkern mit hoher Stabilität und mechanischer Festigkeit wird dann eine Signalübertragungsspule 2 aufgewickelt, die mit einem Oszillator 3 verbunden ist, um eine erfindungsgemäße Dünnschichtantenne zu erhalten.

#### [C] Karte

Die erfindungsgemäße Karte (Bezugszahl 6 in Fig. 4) verfügt über mindestens eine Dünnschichtantenne (Bezugszahl 7 in Fig. 4), wie sie vorstehend beschrieben wurde, und über eine Sende- und/oder Empfangsschaltung (Bezugszahl 8 in Fig. 4). Eine typische Karte weist eine Breite von 20–100 mm, eine Länge von 30–150 mm und eine Dicke von 0,2–5 mm auf.

Die Karte kann wie im Fall bekannter IC-Karten mit einem Verbinder versehen sein. Bei diesem Typ von Karte erfolgt das Einschreiben und Überschreiben von Information elektrisch über den Verbinder, und der übliche Sende- und/oder Empfangsvorgang für Information wird mittels elektromagnetischer Wellen ausgeführt.

Für das Material des Kartensubstrats besteht keine spezielle Beschränkung, sondern es kann ein solches verwendet werden, wie bei bekannten Kreditkarten usw. Auch für das Herstellungsverfahren besteht keine Beschränkung, sondern es sind bekannte Verfahren verwendbar.

Die Erfindung umfaßt eine Karte, bei der ein Magnetkern durch ein Dünnschicht-Herstellungsverfahren wie ein Sputterverfahren, ein Dampfniederschlagsverfahren, ein Plattierverfahren usw. ausgebildet ist. Bei solchen Verfahren ist ein flexibles Substrat bevorzugt, und es können auch eine amorphe Legierung aus Co-Nb-Zr oder eine amorphe Legierung aus Co-Ta-Zr verwendet werden.

Die Erfindung wird nun beispielhaft detaillierter erläutert, ohne daß dadurch der Schutzbereich der Erfindung beschränkt sein soll, wie er durch die beigefügten Ansprüche gegeben ist.

#### Beispiel 1 und Vergleichsbeispiele 1–3

Es wurden Bänder (500 mm lang, 8 mm breit und 8 µm dick) aus einer amorphen Legierung mit der chemischen Zusammensetzung  $\text{Co}_{\text{Rest}}\text{Fe}_{1,5}\text{Mn}_4\text{Mo}_1\text{Si}_{1,5}\text{B}_{9,5}$  (Atom-%) hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinandergestapelt und bei 200°C für 4 Stunden wärmebehandelt, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld

von  $280 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde. Nach dem Auftragen eines Epoxidharzes auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinanderlaminiert. Das so erhaltene Laminat wurde dann einer Wärmeaushärtungsbehandlung bei  $150^\circ\text{C}$  für 1 Stunde unterzogen, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 lang und 0,2 mm dick) aus Bändern der amorphen Legierung herzustellen. Ferner wurde der Magnetkern einer Wärmebehandlung bei  $150^\circ\text{C}$  für 12 Stunden unterzogen, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von  $280 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde. Dann wurde ein Draht von 0,08 mm Durchmesser mit 300 Wicklungen auf den so wärmebehandelten Magnetkern aufgewickelt, um eine Antenne A zu erhalten. Es wurden die Induktivität (L) und der Q-Wert der Antenne A bei 134 kHz gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

Getrennt davon wurden zum Vergleich eine Antenne B mit Bändern aus einer amorphen Legierung, die bei  $400^\circ\text{C}$  für 1 Stunde ohne Anlegen eines Magnetfelds behandelt wurde, eine Antenne C, bei der Bänder einer amorphen Legierung wärmebehandelt wurde, während ein Magnetfeld in Längsrichtung angelegt wurde, und eine Antenne D, bei der ein Ferritmagnetkern verwendet wurde, hergestellt und denselben Messungen unterzogen. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 1 aufgelistet.

Die Antennen A-D wurden ferner dem genannten 5-mm-Verformungstest unterworfen, um das Auftreten von Rissen zu untersuchen. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1

<u>Nr.</u>	<u>Antenne</u>	<u>L (mH)</u>	<u>Q-Wert</u>	<u>Risse</u>
Beispiel				
	Antenne A (amorph)			
1		2,4	48	keine
	(CoRestFe <sub>1,5</sub> Mn <sub>4</sub> Mo <sub>1</sub> Si <sub>15</sub> B <sub>9,5</sub> )			
Vergleichsbeispiele				
	Antenne B (amorph)			
1		3,1	20	keine
	(CoRestFe <sub>1,5</sub> Mn <sub>4</sub> Mo <sub>1</sub> Si <sub>15</sub> B <sub>9,5</sub> )			
	Antenne C (amorph)			
2		1,2	15	keine
	(CoRestFe <sub>1,5</sub> Mn <sub>4</sub> Mo <sub>1</sub> Si <sub>15</sub> B <sub>9,5</sub> )			
	Antenne D			
3		2,0	52	vorhanden
	(Ferrit)			

Wie es aus der Tabelle 1 erkennbar ist, hatte die Antenne D mit einem Ferritmagnetkern zwar ausreichenden Q-Wert, jedoch bestand die Wahrscheinlichkeit einer Entstehung von Rissen. Daher ist die Antenne D zur Verwendung bei einer Kartenantenne, die unter Biegekräften und Schlagkräften leidet, nicht geeignet. Andererseits wurden in den Antennen B und C zwar keine Risse beobachtet, jedoch wiesen sie schlechte Q-Werte auf, was zu geringer Antennenempfindlichkeit und keiner Schwingung führt. Daher sind die Antennen B und C ebenfalls nicht zum Gebrauch als Dünnfilmantennen geeignet.

## Beispiel 2

Es wurden Bänder (50 mm lang, 8 mm breit und 6  $\mu\text{m}$  dick) aus einer amorphen Legierung der chemischen Zusammensetzung Fe<sub>73,5</sub>Cu<sub>1</sub>Nb<sub>3</sub>Si<sub>14,5</sub>B<sub>6,5</sub> (Atom-%) und einer 0,5  $\mu\text{m}$  dicken SiO<sub>2</sub>-Isolierschicht auf deren Oberfläche hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinander gestapelt, bei  $550^\circ\text{C}$  für 1 Stunde wärmebehandelt, während in Dickenrichtung ein Magnetfeld von  $600 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde, und dann wurden sie mit einer Abkühlrate von  $2^\circ\text{C}/\text{min}$  auf Raumtemperatur abgekühlt. Die Legierungsstruktur der so behandelten Legierungsbänder wies hauptsächlich Körner einer feinen bcc-Phase mit einer mittleren Korngröße von 10 nm auf.

Nach dem Auftragen eines Epoxidharzes auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinanderlaminiert. Das so erhaltene Laminat wurde dann einer Wärmeaushärtungsbehandlung bei 150°C für 1 Stunde unterzogen, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 mm lang und 0,2 mm dick) aus Bändern einer nanokristallinen Legierung herzustellen. Danach wurden auf diesen Magnetkern 300 Wicklungen eines Drahts mit einem Durchmesser von 0,8 mm aufgewickelt, um eine Antenne zu erhalten. Es wurden die Induktivität (L) und der Q-Wert der Antenne bei 134 kHz gemessen. Ferner wurde die Antenne dem genannten 5-mm-Verformungstest unterzogen, um das Auftreten von Rissen zu beobachten. Im Ergebnis zeigte die Antenne ausreichende Eigenschaften mit einer Induktivität von 2,6 mH und einem Q-Wert 44. Nach dem 5-mm-Verformungstest wurden keine Risse beobachtet.

## Beispiele 3—11

Es wurden Bänder (50 mm lang und 8 mm breit) aus einer amorphen Legierung der chemischen Zusammensetzung  $\text{Co}_{\text{Rest}}\text{Fe}_2\text{Mn}_4\text{Mo}_{0,3}\text{Si}_{1,5}\text{B}_{9,5}$  (Atom-%) mit verschiedenen Dicken, wie in Tabelle 2 dargestellt, hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinandergestapelt und bei 200°C für 4 Stunden wärmebehandelt, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von  $280 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde. Nach dem Auftragen von Epoxidharz auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinanderlaminiert. Das so erhaltene Laminat wurde dann einer Wärmeaushärtungsbehandlung bei 150°C für 1 Stunde unterzogen, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von  $100 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 mm lang und 0,2 mm dick) aus den Bändern der amorphen Legierung herzustellen. Dann wurden 300 Wicklungen eines Drahts mit einem Durchmesser von 0,08 mm auf den Magnetkern aufgewickelt, um jeweils eine Antenne zu erhalten. Es wurden die Q-Werte der Antennen bei 134 kHz gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2

Beispiel Nr.	Dicke ( $\mu\text{m}$ )	Q-Wert
3	3	51
4	5	47
5	7	43
6	10	40
7	12	37
8	15	35
9	20	29
10	25	25
11	27	22

Wie aus Tabelle 2 erkennbar, wächst der Q-Wert an, wenn die Dicke der Legierungsbänder verringert wird.

## Beispiel 12 und Vergleichsbeispiele 4—5

Es wurden Bänder (50 mm lang, 8 mm breit und 7  $\mu\text{m}$  dick) aus einer amorphen Legierung mit der chemischen Zusammensetzung  $\text{Co}_{\text{Rest}}\text{Fe}_2\text{Mn}_4\text{Mo}_{0,3}\text{Si}_{1,5}\text{B}_{9,5}$  (Atom-%) hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinandergestapelt und bei 200°C für 4 Stunden wärmebehandelt, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von  $280 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde. Nach dem Auftragen einer anorganischen Glasur auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinanderlaminiert. Das so erhaltene Laminat wurde dann einer Wärmeaushärtungsbehandlung bei 150°C für 1 Stunde unterzogen, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von  $100 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 mm lang und 0,2 mm dick) aus den Bändern der amorphen Legierung herzustellen. Danach wurden 300 Wicklungen eines Drahts mit einem Durchmesser von 0,08 mm auf den Magnetkern gewickelt, um eine Antenne zu erhalten. Es wurde die Frequenzabhängigkeit des Q-Werts der Antenne gemessen. Zum Vergleich wurden dieselben Messungen bei einer Antenne (Vergleichsbeispiel 4) wiederholt, die einen Magnetkern aus Bändern einer bekannten amorphen Legierung ( $(\text{Co}_{0,87}\text{Fe}_{0,13})_{\text{Rest}}\text{Si}_9\text{B}_{15}\text{Mo}_1$ ) aufwies, der einer Wärmebehandlung bei 400°C für 1 Stunde ohne Anlegen eines Magnetfelds unterzogen wurde. Außerdem wurden die Messungen für eine Antenne mit Luftspule (Vergleichsbeispiel 5) ausgeführt. Die Ergebnisse sind in Fig. 3 dargestellt.

Wie es aus Fig. 3 erkennbar ist, hat die erfindungsgemäße Antenne im Frequenzbereich von 100 kHz und höher Q-Werte, die über denen einer Antenne mit einem herkömmlichen amorphen Magnetkern liegen.

## Beispiele 13—26 und Vergleichsbeispiele 6—9

Es wurden Bänder (50 mm lang, 8 mm breit und 5  $\mu\text{m}$  dick) aus amorphen Legierungen mit den in der Tabelle 3

dargestellten chemischen Zusammensetzungen mit einer 0,5 µm dicken SiO<sub>2</sub>-Isolierschicht an der Oberfläche hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinandergestapelt und bei 150°C für 24 Stunden in Stickstoffatmosphäre wärmebehandelt, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von 280 kA·m<sup>1</sup> angelegt wurde. Durch Röntgenbeugung wurde klargelegt, daß die so erhaltenen Legierungsbänder amorph waren. Nach dem Auftragen von Epoxidharz auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinanderlaminiert und das Epoxidharz wurde bei Raumtemperatur ausgehärtet, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 mm lang und 0,3 mm dick) aus Bändern der jeweiligen amorphen Legierung herzustellen. Es wurden die Q-Werte der Magnetkerne bei 134 kHz gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Nr.	Chemische Zusammensetzung (Atom-%)	Q-Wert
Beispiele		
13	(Co <sub>0.96</sub> Fe <sub>0.04</sub> ) <sub>Re</sub> .Mn <sub>0.5</sub> Nb <sub>2</sub> Si <sub>13</sub> B <sub>9</sub>	52
14	(Co <sub>0.94</sub> Fe <sub>0.06</sub> ) <sub>Re</sub> .Ni <sub>2</sub> Ta <sub>2</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub>	47
15	(Co <sub>0.92</sub> Fe <sub>0.08</sub> ) <sub>Re</sub> .Cu <sub>1</sub> Zr <sub>2</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub>	46
16	(Co <sub>0.92</sub> Fe <sub>0.08</sub> ) <sub>Re</sub> .Cr <sub>5</sub> Sn <sub>0.1</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub> Al <sub>1</sub>	45
17	(Co <sub>0.92</sub> Fe <sub>0.08</sub> ) <sub>Re</sub> .W <sub>3</sub> Ru <sub>1</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub> Rh <sub>0.5</sub>	46
18	(Co <sub>0.95</sub> Fe <sub>0.05</sub> ) <sub>Re</sub> .Mo <sub>3</sub> Ti <sub>1</sub> Hf <sub>1</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub> Pd <sub>0.5</sub>	45
19	(Co <sub>0.91</sub> Fe <sub>0.09</sub> ) <sub>Re</sub> .Mo <sub>1</sub> Si <sub>13</sub> B <sub>7</sub> Re <sub>0.5</sub> Pt <sub>0.5</sub> C <sub>1</sub>	44
20	(Co <sub>0.95</sub> Fe <sub>0.05</sub> ) <sub>Re</sub> .Mo <sub>3</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub> Ge <sub>0.5</sub>	47
21	(Co <sub>0.92</sub> Fe <sub>0.08</sub> ) <sub>Re</sub> .Nb <sub>3</sub> Si <sub>5</sub> B <sub>10</sub> P <sub>12</sub>	45
22	(Co <sub>0.92</sub> Fe <sub>0.08</sub> ) <sub>Re</sub> .Mo <sub>3</sub> Nb <sub>1</sub> Si <sub>14</sub> B <sub>8</sub> Ga <sub>0.5</sub>	45
23	(Co <sub>0.96</sub> Fe <sub>0.04</sub> ) <sub>Re</sub> .Mn <sub>0.5</sub> Nb <sub>2</sub> Si <sub>13</sub> B <sub>9</sub> Ge <sub>2</sub>	51
24	Co <sub>Re</sub> .Mn <sub>7</sub> Zr <sub>7</sub> Si <sub>5</sub> B <sub>10</sub>	42
25	(Co <sub>0.96</sub> Fe <sub>0.04</sub> ) <sub>Re</sub> .Mo <sub>2</sub> B <sub>22</sub>	43
26	(Co <sub>0.94</sub> Fe <sub>0.06</sub> ) <sub>Re</sub> .Si <sub>19</sub> B <sub>7</sub>	41
Vergleichsbeispiele		
6	Co <sub>Re</sub> .Fe <sub>4</sub> Mo <sub>2</sub> Si <sub>22</sub> B <sub>7</sub>	23
7	Co <sub>Re</sub> .Fe <sub>4</sub> Ta <sub>3</sub> Si <sub>19</sub> B <sub>4.5</sub>	21
8	Co <sub>Re</sub> .Fe <sub>12</sub> Cr <sub>2</sub> Si <sub>15</sub> B <sub>7</sub>	17
9	Co <sub>Re</sub> .Fe <sub>4</sub> Mn <sub>8</sub> Nb <sub>8</sub> Si <sub>13</sub> B <sub>8</sub>	16

Wie es aus der Tabelle 3 erkennbar ist, kann ein hoher Q-Wert dann erhalten werden, wenn die chemische Zusammensetzung der Legierung der Erfindung entspricht, wohingegen Legierungen mit chemischen Zusammensetzungen außerhalb der Erfindung nicht zur Verwendung in einer Dünnschichtantenne geeignet sind.

Beispiele 27—42 und Vergleichsbeispiele 10—13

Bänder (50 mm lang, 8 mm breit und 4 µm dick) aus amorphen Legierungen mit den in der Tabelle 4 angegebenen jeweiligen chemischen Zusammensetzungen und einer 0,5 µm dicken SiO<sub>2</sub>-Isolierschicht an der Oberfläche



wurden hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinander gestapelt und bei 550°C für 1 Stunde in Argonatmosphäre wärmebehandelt, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld von  $280 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angelegt wurde, und dann wurden sie mit einer Abkühlungsrate von  $1^\circ\text{C}/\text{min}$  auf Raumtemperatur abgekühlt. Es stellte sich heraus, daß die Legierungsstruktur der so behandelten Legierungsbänder hauptsächlich aus Körnern einer feinen bcc-Phase mit einer mittleren Korngröße von 10 nm bestand. Nach dem Auftragen eines bei Raumtemperatur aushärtenden Epoxidharzes auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinander laminiert. Das so erhaltene Laminat wurde bei Raumtemperatur belassen, damit das Epoxidharz aushärten konnte, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 mm lang und 0,3 mm dick) aus Bändern der nanokristallinen Legierungen herzustellen. Es wurden die Q-Werte der Magnetkerne bei 134 kHz gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4

Nr.	Chemische Zusammensetzung (Atom-%)	Q-Wert	
Beispiele			
27	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_2\text{Si}_{12}\text{B}_9$	50	
28	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Ni}_2\text{Ta}_2\text{Si}_{14}\text{B}_8\text{P}_3$	46	20
29	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Zr}_7\text{B}_6$	40	
30	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{W}_{3.5}\text{Si}_{15.5}\text{B}_{6.5}$	43	25
31	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Ta}_{3.5}\text{Si}_{15.5}\text{B}_{6.5}$	47	
32	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_{0.5}\text{Mo}_{3.5}\text{V}_{0.5}\text{Si}_{15.5}\text{B}_{6.5}$	46	30
33	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_{3.5}\text{Ti}_1\text{Si}_{15.5}\text{B}_{6.5}$	44	
34	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_{1.5}\text{Nb}_3\text{Hf}_1\text{Si}_{16}\text{B}_5$	45	
35	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Au}_1\text{Nb}_3\text{Mn}_{0.5}\text{Si}_{16}\text{B}_5$	44	35
36	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Cr}_{0.5}\text{Si}_{16}\text{B}_5$	44	
37	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{16}\text{B}_7\text{Al}_1\text{Sn}_{0.1}$	51	40
38	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{16}\text{B}_7\text{Al}_1\text{Zn}_{0.01}$	45	
39	$(\text{Fe}_{0.99}\text{Co}_{0.01})_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{16}\text{B}_7\text{Ag}_{0.01}$	50	45
40	$(\text{Fe}_{0.995}\text{Ni}_{0.005})_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{16}\text{B}_7\text{Ge}_2$	42	
41	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Mo}_3\text{Si}_{16}\text{B}_6\text{C}_2$	40	50
Vergleichsbeispiele			
10	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Mo}_3\text{Si}_{19}\text{B}_9\text{C}_3$	12	
11	$\text{Fe}_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Si}_{19}\text{B}_{2.5}$	2	55
12	$(\text{Fe}_{0.3}\text{Co}_{0.7})_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{15}\text{B}_7$	9	
13	$(\text{Fe}_{0.4}\text{Ni}_{0.6})_{\text{Re}}\text{Cu}_1\text{Mo}_3\text{Si}_{14}\text{B}_8$	2	60

Wie es aus der Tabelle 4 erkennbar ist, kann ein hoher Q-Wert dann erhalten werden, wenn die chemische Zusammensetzung der Legierung der Erfindung entspricht, wohingegen Legierungen mit chemischen Zusammensetzungen außerhalb der Erfindung nicht zur Verwendung in einer Dünnschichtantenne geeignet sind.

## Beispiel 42

Es wurden Bänder (50 mm lang, 8 mm breit und 5 µm dick) aus einer amorphen Legierung mit der chemischen Zusammensetzung  $\text{Co}_{0.81}\text{Fe}_4\text{Mo}_1\text{Si}_{1.4}\text{B}_{9.5}$  (Atom-%) hergestellt. Die Legierungsbänder wurden aufeinanderge-  
 5 stapelt und bei 200°C für 8 Stunden wärmebehandelt, während in Breitenrichtung ein Magnetfeld  $280 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  angewandt wurde. Nach dem Auftragen eines Epoxidharzes auf die Oberfläche wurden die Legierungsbänder aufeinanderlaminiert. Das so erhaltene Laminat wurde dann bei Raumtemperatur einer Aushärtungsbehandlung für 24 Stunden unterzogen, um einen laminierten Magnetkern (8 mm breit, 50 mm lang und 0,2 mm dick) aus den  
 10 Bändern der amorphen Legierung herzustellen. Danach wurden 300 Wicklungen eines Drahts mit einem Durchmesser von 0,08 mm um den Magnetkern gewickelt, um eine Antenne zu erhalten. Unter Verwendung der sich ergebenden Antenne wurden drei IC-Karten (86 mm lang, und 54 mm breit) mit einer jeweiligen Dicke von 3,3 mm, 1,7 mm bzw. 0,8 mm hergestellt. Die Karte wurde verbogen, bis der Abstand zwischen der Mitte der Karte und den beiden hochgebogenen Seiten der Karte 1 mm erreichte. Die Ausgangspegel elektromagnetischer Wellen wurden vor und nach diesem Verbiegen gemessen. Bei keiner der IC-Karten zeigte sich eine  
 15 Änderung der Ausgangspegel.

## Patentansprüche

1. Magnetkernelement aus einem Band einer amorphen Legierung, dadurch gekennzeichnet, daß das Band eine Dicke von 25 µm oder weniger aufweist und es die folgende chemische Zusammensetzung hat:



wobei T mindestens ein aus der aus Mn, Ni, Ti, Zr, Hf, Cr, Mo, Nb, W, Ta, Cu, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Re und Sn bestehenden Gruppe ausgewähltes Element ist; Y mindestens ein aus der aus C, Ge, Ga, P und Al bestehenden Gruppe ausgewähltes Element ist; a ein Zahlenwert ist, der  $0 \leq a \leq 0.1$  genügt, und b, c, d und e Atomprozentzahlen sind, die folgenden Bedingungen genügen:  $0 \leq b \leq 15, 0 \leq c \leq 20, 5 \leq d \leq 25, 0 \leq e \leq 20$  und  $15 \leq c+d \leq 30$ .

2. Magnetkernelement aus einem Legierungsband, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung eine nanokristalline Legierung ist, das Band eine Dicke von 25 µm oder weniger aufweist und es die folgende chemische Zusammensetzung hat:



wobei M Co, Ni oder eine Kombination hieraus ist, A Cu, Au oder eine Kombination hieraus ist; M' mindestens ein aus der aus Ti, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta und W bestehenden Gruppe ausgewähltes Element ist; M'' mindestens ein aus der aus Cr, Mn, Al, Sn, Zn, Ag, In, Platingruppenelementen Mg, Ca, Sr, Y, Seltenerd-  
 35 elementen, N, O und S bestehenden Gruppe ausgewähltes Element ist; X mindestens ein aus der aus B, Si, C, Ge, Ga und P bestehenden Gruppe ausgewähltes Element ist; v ein Zahlenwert ist, der  $0 \leq v \leq 0.5$  genügt; und x, y, z und w Atomprozentanteile sind, die jeweils den folgenden Bedingungen genügen:  $0 \leq x \leq 10, 0.1 \leq y \leq 20, 0 \leq z \leq 20$  und  $2 \leq w \leq 30$ , wobei mindestens 50% der Legierungsstruktur Kristallkörner mit einer mittleren Korngröße von 100 nm oder weniger enthalten.

3. Magnetkernelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es mit magnetischer Anisotropie in seiner Breiten- oder Dickenrichtung ausgebildet ist.

4. Magnetkernelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es 15 µm oder weniger dick ist.

5. Dünnschichtantenne aus einem laminierten Magnetkern, dadurch gekennzeichnet, daß der laminierte Magnetkern mehrere Magnetkernelemente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 enthält, wobei mindestens eine Spule um den laminierten Magnetkern gewickelt ist, der eine Dicke von 3 mm oder weniger aufweist, wobei der Q-Wert der Dünnschichtantenne bei 134 kHz 25 oder mehr beträgt.

6. Dünnschichtantenne nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des laminierten Magnetkerns 1 mm oder weniger beträgt.

7. Dünnschichtantenne nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktivität der Antenne bei 134 kHz 1 mH oder mehr beträgt.

8. Dünnschichtantenne nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der laminierte Magnetkern so beschaffen ist, daß er bei einer Biegebehandlung keine Risse erfährt, bei der er so verbogen wird, daß der Abstand zwischen seinem mittleren Bereich und der Linie, die die beiden hochgebogenen Seiten verbindet, 5 mm beträgt, wenn die Länge des Magnetkerns 20 mm oder mehr beträgt.

9. Karte mit einer Dünnschichtantenne und einer Sende- und/oder Empfangsschaltung, dadurch gekennzeichnet, daß die Dünnschichtantenne eine solche gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8 ist.

10. Karte nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie so ausgebildet ist, daß sie nach einer Verbiegebehandlung dieselbe Antennenwirkung zeigt wie davor, wobei der laminierte Magnetkern so beschaffen ist, daß er bei einer Biegebehandlung keine Risse erfährt, bei der er so verbogen wird, daß der Abstand zwischen seinem mittleren Bereich und der Linie, die die beiden hochgebogenen Seiten verbindet, 1 mm beträgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

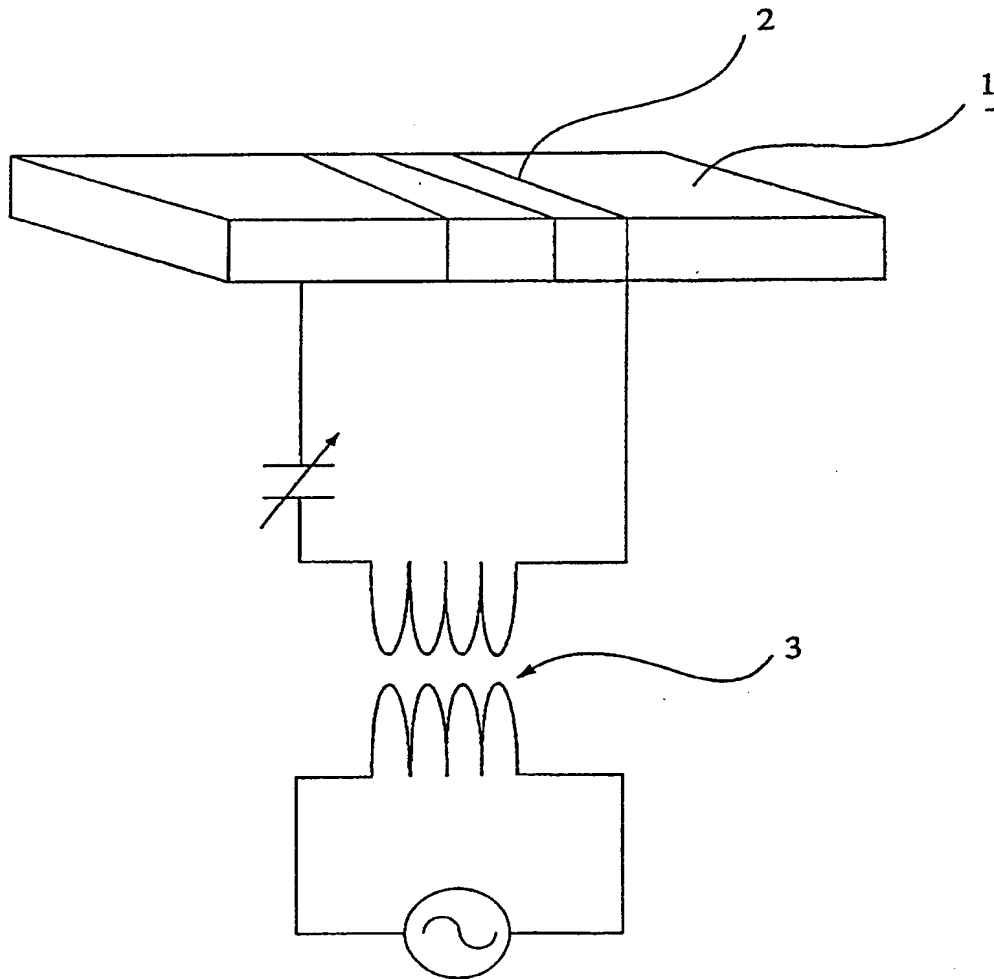


FIG. 2

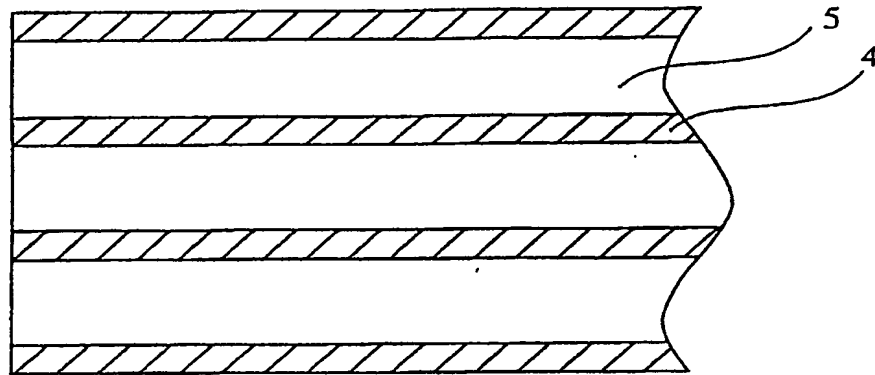
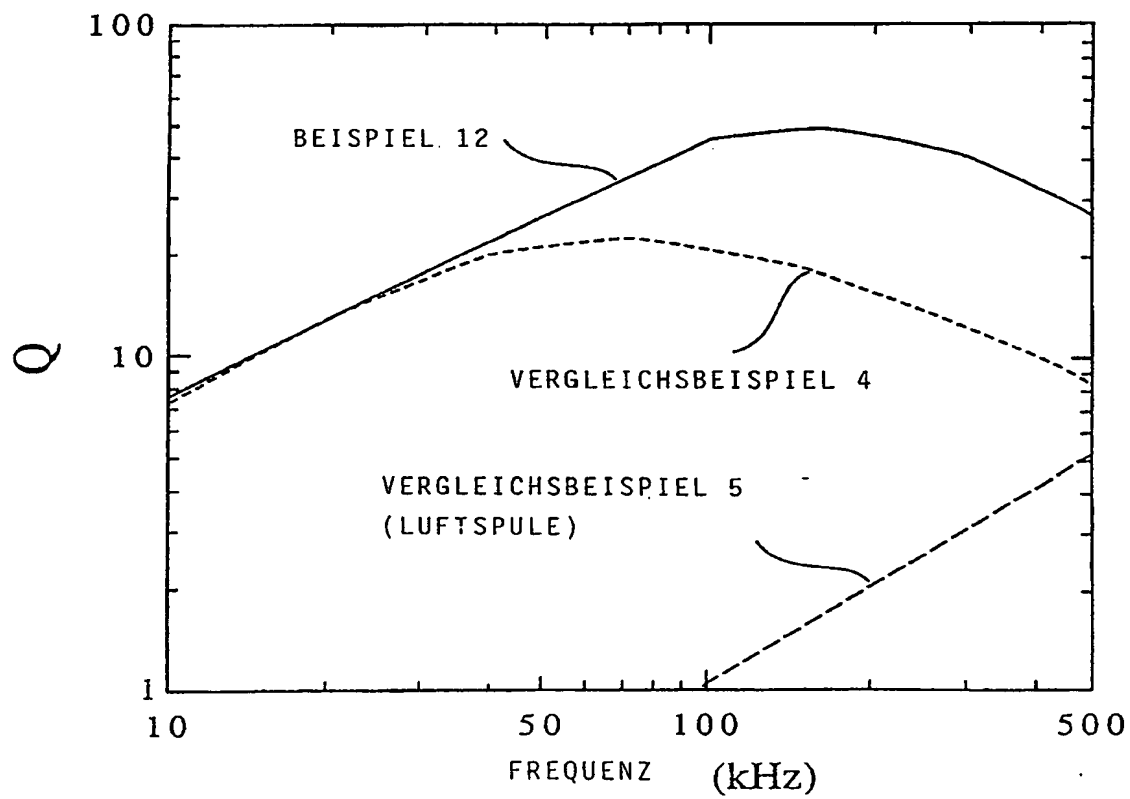


FIG. 3



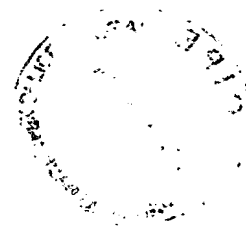


FIG. 4

